Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 2, 2018, p. 191-203
DOI: 10.22067/ijpr.v9i2.53905

پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۹ شمارۀ۲، نیمۀ دوم ۱۳۹۷، صفحۀ ۲۰۳-۱۹۱

ارزیابی کمک آب زیرزمینی کم‌عمق در تأمین نیاز آبی دو رقم عدس (*Lens culinaris* L.)

هوشنگ قمرنیا[۱]*، آزاده خلدی رضایی[۲] و مختار قبادی[۳]

۱- استاد گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
۲- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه،
azadekholdirezaie@yahoo.com
۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ghobadi.m@razi.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۰

چکیده

آب زیرزمینی کم‌عمق، یک منبع آب بالقوه و کارآمد در کشاورزی است. در این پژوهش به بررسی اثر اعماق سطوح ایستابی کم‌عمق ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متر بر تأمین نیاز آبی، کارآیی مصرف آب و عملکرد دو رقم عدس (کیمیا و ILL6037) در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ پرداخته شده است. آزمایشات در ایستگاه تحقیقاتی گروه مهندسی آب پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با بهره‌گیری از لایسیمترهای پلی اتیلنی با قطر ۲۸۰میلی‌متر به صورت فاکتوریل دو عامله و بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. لازم به ذکر است که در این تحقیق هیچگونه استفاده‌ای از آبیاری سطحی نشد و صرفاً آب مورد نیاز گیاه از طریق سطح ایستابی کم‌عمق و با استفاده از آب بارن تأمین گردید. مطابق نتایج به‌دست‌آمده، عمق ۶۰سانتی‌متر بیشترین میزان مصرف از آب زیرزمینی و عمق۱۱۰سانتی‌متر کمترین میزان مصرف از آب زیرزمینی را داشت، به‌طوری‌که متوسط مشارکت آب زیرزمینی برای اعماق ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متر به ترتیب ۵۳/۷۶درصد، ۳۶/۵۰درصد و ۱۵/۲۳درصد به دست آمد. بیشترین کارآیی مصرف آب زیرزمینی بر اساس عملکرد دانه در سال‌های اول و دوم به ترتیب برای ارقام ILL6037 و کیمیا در عمق آب زیرزمینی۱۱۰سانتی‌متر و کمترین کارآیی مصرف آب برای رقم‌های ذکرشده در اعماق آب زیرزمینی۶۰ و ۸۰سانتی‌متری، به‌دست آمد. همچنین در این آزمایش متوسط بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه با ۹۱/۳۱ و ۳۷/۸۰گرم بر مترمربع در هر دو سال برای رقم کیمیا به ترتیب در اعماق سطح ایستابی ۶۰ و ۱۱۰ و بیشترین و کمترین میزان پروتئین به ترتیب برای رقم کیمیا در عمق ۱۱۰سانتی‌متر و رقم ILL6037 در عمق ۶۰سانتی‌متری به دست آمد.

کلمات کلیدی: پروتئین، سطوح ایستابی کم‌عمق، عملکرد، کارآیی مصرف آب، لایسیمتر

مقدمه

گیاه عدس از نظر مقدار پروتئین بسیار غنی بوده و در بین حبوبات فقط لوبیای سویا بیشتر از عدس پروتئین دارد. همچنین عدس از نظر غذایی ارزش بالایی داشته و منبع خوبی از آهن و اسید فولیک و فیبر می‌باشد. بذر عدس دارای حدود ۲۸درصد پروتئین بوده و با توجه به این‌که در حال حاضر حدود ۲۵درصد جیره پروتئینی روزانه جمعیت کشورهای درحال توسعه جهان از حبوبات تأمین می‌گردد، عدس با دارابودن درصد قابل‌توجهی پروتئین و با توجه به غنی‌بودن از اسیدهای آمینه که مکمل پروتئین خوبی برای غلات می‌باشد، حائز اهمیت است (Singh & Saxena, 1993). سطح زیرکشت عدس در ایران در حدود ۱۱۷۲۳۰هکتار و تولید آن ۷۱۸۰۸تُن بوده و از نظر سطح زیرکشت، پس از نخود و لوبیا رتبه سوم را در بین حبوبات دارا می‌باشد. کرمانشاه، همدان، خرم‌آباد، کرمان، بم، فارس، بوشهر و میناب مهم‌ترین مراکز تولید عدس در ایران می‌باشند (Agriculture Statistics, 2011). به طور کلی، کم‌بودن عملکرد عدس در بسیاری از مناطق کشت آن در دنیا و همچنین در کشور ما به دلایل گوناگونی از جمله بروز انواع تنش‌های زیستی و غیرزیستی در طول فصل رشد است (Bagheri *et al*., 2000). بنابراین، توجه ویژه به شرایط اقلیمی، به عنوان یکی از عوامل تعیینکننده تولید محصولات کشاورزی ما را بیشتر یاری خواهد نمود. در این راستا با توجه به محدودیت در افزایش سطح زیرکشت و همچنین کمبود منابع آب شیرین تجدیدشونده، بهترین راه حل و ایده عملی در جهت افزایش تولید و بالابردن کیفیت محصولات، می‌تواند بهره گیری از روش‌های نوین و مکانیزه، کاشت، داشت و برداشت، بذور اصلاح‌شده، استفاده از منابع آب جایگزین و بازیافتی، بهره گیری از پساب‌های تصفیه‌شده، به‌کارگیری تک‌آبیاری‌ها یا

*نویسنده مسئول: hghamarnia@razi.ac.ir

آبیاری‌های تکمیلی همراه با بذوری که به این آبیاری‌ها واکنش مثبت نشان می‌دهند و نیز استفاده از آب‌های زیرزمینی کم‌عمق باشد.

آب زیرزمینی کم‌عمق، منبعی است که در کشاورزی آبی با درنظرگرفتن مدیریت متناوب آبیاری، دائماً از آن چشم‌پوشی می‌شود، درحالی‌که این منبع این پتانسیل و قابلیت را داراست که مقدار زیادی از آب مورد نیاز گیاه را در شرایط مدیریت بهینه فراهم و رفع نماید. دسترسی و میزان استفاده گیاه از آب زیرزمینی کم‌عمق تحت تأثیر عواملی مانند هدایت آبی (ضریب آبگذری) خاک، ویژگی‌ها و خصوصیات ریشه‌دوانی گیاه، حد قابل تحمل شوری گیاه، وجود یک سیستم زهکشی مناسب و نوع سیستم آبیاری و مدیریت آن قرار می‌گیرد (Ayars *et al*., 2009).

هنگامی که آب زیرزمینی توسط گیاه استفاده می‌شود، در واقع این منبع در تعادل آب آبیاری به حساب آمده است. مقدار آبی که از آب ذخیره‌شده در لایه‌های خاک تخلیه می‌گردد، کاهش یافته و در عین حال می‌توان دور آبیاری را افزایش داد. پس تعداد کل دفعات آبیاری و مجموع عمق مورد نیاز آب آبیاری گیاه، کاهش خواهد یافت. بنابراین سطح آب زیرزمینی کم‌عمق، یک منبع آب بالقوه و کارآمد در کشاورزی است که بعضی اوقات آبیاری زیرسطحی تعریف می‌شود (Benz *et al*., 1985). تعدادی از مطالعات و تحقیقات نشان داده‌اند که حدوداً بین ۲۰ تا ۴۰درصد میزان تبخیر و تعرق مورد نیاز گیاهان مختلف می‌تواند از جریان صعودی آب حاصل از مویینگی سطح ایستابی در اعماق ۰/۷ تا ۱/۵متر تأمین شود (Ragab *et al*., 1988).

در رابطه با استفاده عدس از آب زیرزمینی کم‌عمق تاکنون هیچگونه گزارشی نشده است که بتوان آن نتایج را با نتایج حاصله از این تحقیق مقایسه نمود، اما محققان بسیاری سهم آب زیرزمینی شور و غیرشور را برای محصولات کشاورزی مختلف و در شرایط متنوع دیم و آبی به شمار آورده و به آن پرداخته‌اند.

با بررسی سه سطح ایستابی ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متر و سه ژنوتیپ گندم، در سه تکرار نشان داده شد که بیشترین مصرف آب زیرزمینی مربوط به عمق ۶۰سانتی‌متر و کمترین مقدار مصرف از آب زیرزمینی نیز مربوط به عمق ۱۱۰سانتی‌متر می‌باشد، به‌طوری‌که متوسط مشارکت آب زیرزمینی برای ارقام مختلف در طی دو سال تکرار آزمایش‌ها برای اعماق ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متر، به ترتیب ۶۳درصد، ۵۵درصد و ۴۵درصد به‌دست آمد (Ghamarnia *et al*., 2012).

محققان در آزمایشی با مطالعه چهار عمق سطح ایستابی ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ اینچ روی گیاهان گوجه‌فرنگی، لوبیاسبز و ذرت شیرین در سه بافت خاک در گلخانه دریافتند که میزان محصول، همان‌طور که به بافت خاک بستگی دارد، از عمق سطح ایستابی نیز تأثیر می‌پذیرد و میزان آب استفاده‌شده به طور خطی با مقدار ماده خشک تولیدشده افزایش می‌یابد (Goins *et al*., 1996). در پژوهش دیگری نیز نشان داده شد که بین عمق سطح ایستابی و سهم استفاده آب زیرزمینی ارتباط معکوس برقرار است (درحالی‌که آب زیرزمینی به‌طور طبیعی لب‌شور باشد). همچنین در طی تحقیقی مشخص شد که جذب میزان آب زیرزمینی توسط گیاه با سطح سفره کمتر از یک متر بیشتر از سطح سفره با اعماق دو و سه متری بوده است (Kahlown *et al*., 1998). همچنین مشاهده شد در مناطقی که سطح ایستابی کم‌عمق وجود دارد، می‌توان نیاز آبیاری را تا ۸۰درصد مجموع نیاز تبخیر و تعرق گیاه، بدون کم شدن محصول گیاه و افزایش در مقدار شوری خاک، کاهش داد. این عمل نه‌تنها محصول مناسب و خوبی را حاصل می‌کند، بلکه میزان شوری خاک و عمق سطح ایستابی را نیز در حد قابل قبولی نگه می‌دارد (Pratharpar *et al*., 1999).

در تحقیقی برای گیاه سیاه‌دانه تحت شوری‌های ۱، ۲ و ۴دسی زیمنس در شرایط سطوح ایستابی ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متری، میزان استفاده از آب زیرزمینی نسبت به کل آب مورد نیاز گیاه به ترتیب ۶۷/۵، ۵۵ و ۴۵/۷۵درصد، ۶۰/۷۵، ۵۰و ۴۱/۵درصد و ۵۴/۲۵، ۴۳/۵۰ و ۳۶درصد اندازه‌گیری شد (Ghamarnia & Jalily, 2014).

در تحقیقی بر روی گیاه کینوا تحت آب‌های زیرزمینی شور، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰دسی زیمنس با اعماق ۰/۳، ۰/۵۵ و ۰/۸۰متر میزان استفاده از آب زیرزمینی نسبت به کل آب موردنیاز گیاه از ۱۸ تا ۶۶درصد گزارش شد. (Talebnejad & Sepaskhah, 2015). برای سبزیجات خوردنی نظیر ریحان، تربچه و جعفری نیز میزان استفاده از آب زیرزمینی در اعماق بین ۶۰ تا ۱۱۰سانتی‌متری در حدود ۲۴ تا ۵۱درصد گزارش شده است (Ghamarnia & Khodaei, 2016).

از آنجا که در بسیاری از دشت‌های موجود در استان‌های شمالی، غربی، شمال‌غربی و جنوب‌غربی ایران پتانسیل استفاده از آب زیرزمینی کم‌عمق در ماه‌های مختلفی از سال برای استفاده محصولات زراعی و باغی وجود دارد، لذا در این راستا و در این پژوهش به بررسی اثر اعمال سطوح ایستابی کم‌عمق ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متر بر تأمین نیاز آبی، کارآیی مصرف آب و عملکرد اجزای محصول دو ژنوتیپ عدس (کیمیا و ILL6037) پرداخته شد که به صورت فاکتوریل دو عامله و بر

پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام گرفت تا درصد امکان استفاده عدس از آب زیرزمینی کم‌عمق در شرایط مختلف تعیین گردد.

مواد و روش ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی گروه مهندسی آب واقع در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی با طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۴۷درجه و ۹دقیقه شرقی و ۳۴درجه و ۲۱دقیقه شمالی و ۱۳۱۹متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. در این ایستگاه لایسیمترهای مدنظر از خاک منطقه پس از ردشدن از الک شماره۲ پُر شدند تا عاری از سنگ‌ریزه و کلوخه گردند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه در جدول‌های ۱ و ۲ و خصوصیات شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی خاک منطقه مورد مطالعه و لایسیمترها

Table 1. Physical properties of soil in the studied area and lysimeters

وزن مخصوص ظاهری (گرم برسانتی‌متر مکعب) Bulk Density (g/cm^3)	عمق نمونه‌گیری (سانتی‌متر) Depth (cm)	رس (درصد) Clay (%)	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	بافت خاک Soil texture
1.3	0-60	54	3.7	42.3	(سیلتی رسی) Silt- Clay

جدول ۲- مشخصات شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه و لایسیمترها

Table 2. Chemical properties of soil in the studied area and lysimeters

قلیائیت Alkalinity pH	هدایت الکتریکی(دسی زیمنس بر متر) Ec (dS/m)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم برکیلوگرم) Absorbable Phosphorus (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم برکیلوگرم) Absorbable Potassium (mg/kg)	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (٪)	منگنز (میلی‌گرم برکیلوگرم) Mn (mg/kg)	آهن (میلی‌گرم برکیلوگرم) Fe (mg/kg)	روی (میلی‌گرم برکیلوگرم) Zn (mg/kg)	مس (میلی‌گرم برکیلوگرم) Cu (mg/kg)
7.3	1.2	26	44	1.38	7.8	11.9	1.26	1.64

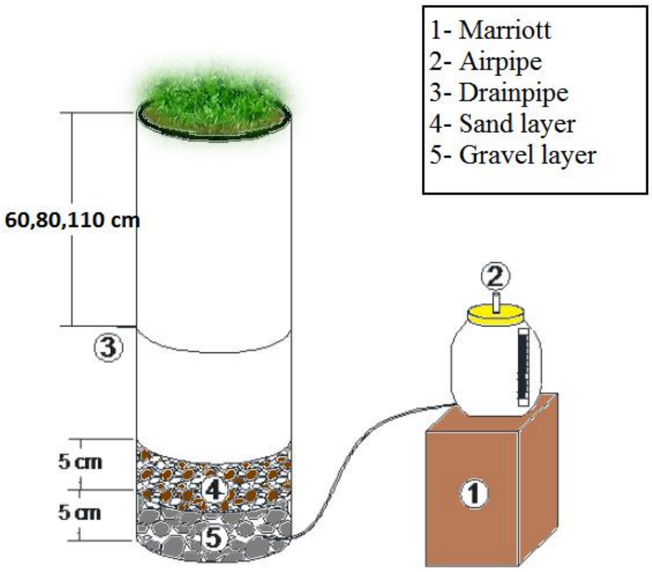
جدول ۳- مشخصات شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه

Table 3. Chemical properties of water in studied area

کل املاح محلول(میلی‌گرم درلیتر) TDS Mg/L	قلیائیت Alkalinity pH	هدایت الکتریکی(دسی زیمنس بر متر) Ec (ds/m)	نسبت جذب سدیم SAR	مجموع کاتیون‌ها Sum of Cations	سدیم(میلی اکی والانت درلیتر) Na+ Meq/L	مجموع منیزیم و کلسیم(میلی اکی والانت درلیتر) Mg+Ca Meq/L	مجموع آنیون‌ها Sum of Onions	سولفات(میلی اکی والانت درلیتر) SO_4- Meq/L	کلرید(میلی اکی والانت درلیتر) CL- Meq/L	بی‌کربنات(میلی اکی والانت درلیتر) HCO_3- Meq/L	کربنات(میلی اکی والانت درلیتر) CO_3-- Meq/L
640	7.1	1	0.54	9.23	1.08	8.15	9.23	1.18	1.9	6.15	0

به منظور رشد بهتر گیاه، کوددهی خاک داخل لایسیمترها یک روز قبل از کاشت بذرها و با رعایت تناسب به خاک اضافه گردید: ۱۰۰کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۲۰تن در هکتار کود دامی پوسیده و ۱۵۰کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل که فقط با ۱۰سانتی‌متر خاک سطحی مخلوط شد، مورد استفاده قرار گرفت. همچنین با توجه به تعداد مطلوب بذر کشت‌شده در هکتار (۱۵۰ بذر در مترمربع) و محاسبات بر اساس قطر لایسیمتر، برای هر لایسیمتر از جنس پلی‌اتیلن با قطر ۲۸۰میلی‌متر تعداد ۱۰بذر که به قارچ‌کش مانکوزب با غلظت ۲ در ۱۰۰۰ نیز آغشته شده بود، به صورت ردیفی کشت گردید که فاصله بین ردیف‌ها پنج سانتی‌متر، فاصله بین بذرها دو سانتی‌متر و عمق کاشت بذر هم چهار تا پنج سانتی‌متر بود. لازم به ذکر است که تاریخ کشت در سال ۱۳۹۱ در ۲۳ اسفند (۱۳ مارس) و در سال ۱۳۹۲ در ۲۵ اسفند (۱۶ مارس) بود. لایسیمترهای پلی‌اتیلنی مورد استفاده در این پژوهش ۱۸عدد بود که از انتها مسدود و با خاک اطراف

هیچ‌گونه ارتباطی نداشتند. سطح آب زیرزمینی در این لایسیمترها توسط ماریوت سیفون‌هایی که کنار آنها نصب شده بود، در اعماق ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متری نگه داشته می‌شدند. در شکل ۱، نمایی از این لایسیمترهای مورداستفاده نشان داده شده است.



شکل ۱- نمایی از لایسیمتر

Fig, 1. Lysimeter set up

آب موردنیاز و نحوه اعمال تیمارهای آبیاری

برای به‌دست‌آوردن میزان آب موردنیاز گیاه داده‌های تبخیر از تشت تبخیر به صورت روزانه از ایستگاه هواشناسی کشاورزی مستقر در فاصله ۱۰۰متری ایستگاه دریافت می گردید. تعیین نیاز آبی شامل سه مرحله، تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ETo)، تعیین ضریب گیاهی (Kc) و تعیین اثر شرایط محلی و عملیات زراعی بر نیاز آبی گیاه بود. در این تحقیق از تشت تبخیر کلاسA و از معادلات (۱) و (۲) جهت تعیین میزان تبخیر و تعرق پتانسیل و واقعی استفاده شد.

معادله ۱: $ETo = Kp \times Epan$

در این رابطه Kp ضریب تشت و Ep میزان تبخیر از تشت اندازه‌گیری‌شده (میلی‌متر) برای هر منطقه که به تبخیر و تعرق گیاه مرجع و به تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه ربط دارد. مقدار Kp به عوامل متعددی از جمله رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و محیط اطراف تشت بستگی دارد. مقادیر تبخیر از تشت تبخیر (Epan) به صورت روزانه دریافت گردید.

معادله۲: $ETc = Kc \times ETo$

در این رابطه، Kc ضریب گیاهی و ETo تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلی‌متر) و ETc تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه (میلی‌متر) می‌باشد. به منظور تعیین مقدار Kc از جداول توصیه‌شده درنشریه فائو ۵۶ استفاده شد (Allen *et al.*, 1998).

لازم به ذکر است که در این تحقیق هیچ‌گونه استفاده‌ای از آبیاری سطحی نشد و صرفاً آب موردنیاز گیاه از طریق سطح ایستابی کم‌عمق و با استفاده از خاصیت موئینگی و بارندگی تأمین گردید. زمان اعمال تیمار آب زیرزمینی با شروع مرحله گلدهی، در سال اول اجرای آزمایش ۳۱ فروردین (۲۰ آپریل) و در سال دوم، ۴ اردیبهشت (۲۴ آپریل) در نظر گرفته شد. میزان استفاده از آب زیرزمینی با قرائت اعداد اشل ماریوت سیفون‌های متصل به هر لیسیمتر به صورت روزانه رأس یک ساعت مشخص (۸ صبح هر روز) برای هر لایسیمتر یادداشت گردید و به عنوان آب مصرف شده آن تیمار منظور شد.

آنالیز آماری داده‌های اندازه‌گیری‌شده

به منظور تجزیه واریانس و آزمون‌های مقایسه میانگین از نرم‌افزار MSTATC استفاده گردید. همچنین جهت مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. لازم به ذکر است که این آزمایش به صورت فاکتوریل دو عامله و بر پایه طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت.

تعیین پارامترها و شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده

پس از برداشت و خشک‌شدن محصول (با قراردادن محصول در آون به مدت ۲۴ساعت)، اولین پارامتری که اندازه گیری شد، عملکرد بیولوژیک یا وزن خشک کل اندام هوایی (بر حسب گرم در گلدان) بود که نهایتاً به واحد گرم در مترمربع تعمیم داده شد. پس از جداسازی غلاف‌ها و سپس دانه‌های مربوط به هر تیمار، عملکرد دانه که همان وزن دانه‌ها می‌باشد (بر حسب گرم در گلدان) اندازه‌گیری شد که نهایتاً به واحد گرم در مترمربع تعمیم داده شد. به‌منظور به‌دست‌آوردن وزن۱۰۰۰دانه، ابتدا وزن تک‌دانه مربوط به هر لایسیمتر از تقسیم وزن دانه‌ها به تعداد دانه‌های مربوط به همان لایسیمتر به دست آمد و سپس از حاصل‌ضرب مقدار حاصل در عدد۱۰۰۰، وزن۱۰۰۰دانه محاسبه گردید. شاخص برداشت هم از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، ضربدر عدد۱۰۰ محاسبه شد. تعداد دانه در غلاف، از تقسیم تعداد کل دانه‌ها به تعداد غلاف‌های پُر مربوط به هر لایسیمتر به دست آمد و در نهایت کارآیی مصرف آب زیرزمینی بر مبنای عملکرد دانه، از نسبت عملکرد دانه به میزان آب مصرفی محاسبه شد (واحد کیلوگرم بر مترمکعب). رابطه آن به صورت معادله ۳ بیان شده است (Kheirabi *et al*., 1996; Shih & Rahi, 1985):

معادله۳:

$$IWUE = \frac{Gy}{IWA}$$

Gy: میزان عملکرد دانه (کیلوگرم)

IWA: میزان آب مصرفی (متر مکعب)

اندازه‌گیری پروتئین موجود در دانه

به منظور اندازه‌گیری پروتئین دانه عدس از روش کجلدال استفاده گردید. در ابتدای کار یک سری مواد شیمیایی جهت آماده‌سازی نمونه‌ها و انجام عملیات هضم بر روی آن‌ها مورد نیاز بودند که این مواد عبارت بودند از: متیل رد، بروموکروزول گرین، سدیم هیدروکسید، بوریک اسید، سولفوریک اسید، اتانول و آب اکسیژنه. عملیات هضم نمونه‌ها به روش اکسیداسیون مرطوب صورت پذیرفت. مدل دستگاه کجلدال مورد استفاده PRO-NITRO II و ساخت کشور ژاپن می‌باشد (J.P.SELECTA, s.a.).

نتایج و بحث

میزان آب مصرفی و مشارکت آب زیرزمینی

مجموع نتایج کل آب استفاده‌شده برای هر شش تیمار آزمایشی در هر سال به طور جداگانه در جدول۴ آمده است. کل آب مورد نیاز در طول دوره رشد برای همه تیمارها در سال زراعی ۹۲- ۱۳۹۱ شامل ۸۰/۵میلی‌متر بارندگی و حدود ۳۶۸/۷میلی‌متر نیاز تبخیر-تعرق و در سال ۹۳- ۱۳۹۲ شامل ۵۲میلی‌متر بارندگی و ۴۵۵/۶میلی‌متر نیاز تبخیر- تعرق بود.

همان‌گونه که از نتایج مندرج در جدول ۴ مشخص است، اختلاف بین میانگین آب زیرزمینی مصرف‌شده برای اعماق ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متر در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود. در هر دو سال اجرای آزمایش، بیشترین مصرف آب زیرزمینی مربوط به عمق ۶۰سانتی‌متر و کمترین مقدار مصرف از آب زیرزمینی مربوط به عمق ۱۱۰سانتی‌متر بود. در سال ۹۲-۱۳۹۱، بیشترین میزان مصرف از آب زیرزمینی برابر با ۱۹۵/۸میلی‌متر برای رقم کیمیا در عمق ۶۰سانتی‌متری و کمترین میزان مصرف از آب زیرزمینی به ترتیب ۴۶/۸۰میلی‌متر برای رقم ILL6037 و ۵۱/۶۸میلی‌متر برای رقم کیمیا هر دو در عمق ۱۱۰سانتی‌متری بود. همچنین در سال ۹۳- ۱۳۹۲ نیز بیشترین میزان مصرف از آب زیرزمینی به ترتیب مربوط به رقم کیمیا و رقم ILL6037 هر دو در عمق ۶۰سانتی‌متر با مقادیر ۲۵۴/۵ و ۲۴۹/۲میلی‌متر و کمترین میزان مصرف از آب زیرزمینی به ترتیب برابر با ۷۶/۶۴ و ۷۹/۲۵ میلی‌متر برای رقم ILL6037 و کیمیا هر دو در عمق ۱۱۰سانتی‌متر بود.

مشارکت آب زیرزمینی در این آزمایش نیز به تبعیت از میزان مصرف کل آب زیرزمینی، شرایطی مشابه داشت و بین میانگین‌های میزان مشارکت آب زیرزمینی برای اعماق ۶۰، ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متر در سطح احتمال ۱درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به عبارتی به طور متوسط در سال اول بیشترین مشارکت آب زیرزمینی در عمق ۶۰سانتی‌متر مربوط به رقم کیمیا با ۵۳/۱۱درصد و کمترین مشارکت آب زیرزمینی به ترتیب مربوط رقم ILL6037 و کیمیا هر دو در عمق ۱۱۰سانتی‌متر و به میزان ۱۲/۶۹درصد و ۱۴/۰۲درصد بود. همچنین در سال دوم اجرای آزمایش نیز بیشترین میزان مشارکت آب زیرزمینی در عمق ۶۰سانتی‌متر و به ترتیب مربوط به رقم کیمیا و ILL6037 با مقادیر ۵۵/۸۶درصد و ۵۴/۷۰درصد و کمترین میزان مشارکت آب زیرزمینی نیز به ترتیب ۱۶/۸۲درصد و ۱۷/۳۹درصد بود که مربوط به رقم ILL6037 و کیمیا و در عمق ۱۱۰سانتی‌متر بود.

بنابراین مطابق نتایج به‌دست‌آمده در یک دید کلی می‌توان اظهار نمود که با افزایش عمق سطح ایستابی، میزان مشارکت آب زیرزمینی در تأمین نیاز آبی گیاه کاهش یافته است. دلیل این امر را می‌توان افزایش فاصله بین ریشه گیاه و سطح ایستابی دانست که در نتیجه این موضوع دسترسی ریشه گیاه به آب جهت رفع نیاز آبی کمتر شده و نهایتاً میزان مشارکت آب زیرزمینی هم در تأمین نیاز آبی گیاه کاهش می‌یابد.

این نتایج با تحقیقات (Kahlown *et al.*, 1998) همخوانی دارد، به‌طوری‌که دیده شده بین عمق سطح ایستابی و سهم استفاده گیاه از آب زیرز مینی ارتباط معکوس برقرار است.

شکل‌های ۲ و ۳، نیاز آبی گیاه و کل کمک آب زیرزمینی را در دوره‌های چهار روزه، برای دو سال زراعی ۱۳۹۲- ۱۳۹۱ و ۱۳۹۳- ۱۳۹۲ به صورت نمودار پیوسته نمایش داده‌اند. شروع اعمال تیمار آب زیرزمینی در سال اول اجرای آزمایش ۳۱فروردین (۲۰ آپریل) و در سال دوم، ۴ اردیبهشت (۲۴ آپریل) درنظرگرفته شد.

همان‌گونه که در این شکل‌ها مشاهده می‌شود، در روزهای ابتدایی اعمال تیمارهای آب زیرزمینی (۲۱ الی ۲۴ آپریل سال اول و ۲۵ الی ۲۸ آپریل سال دوم) میزان آب زیرزمینی استفاده شده توسط گیاه کمتر بود، ولی با گذشت زمان و رشد و توسعه بیشتر ریشه گیاه و همچنین گرم‌شدن هوا و در نتیجه افزایش تبخیر-تعرق، میزان دسترسی گیاه به آب زیرزمینی افزایش یافت و گیاه که از آبیاری سطحی استفاده نمی‌کرد، سعی در جذب بیشتر آب زیرزمینی داشت که همیشه در عمق ثابت در دسترس است. در هر دو سال، رقم کیمیا در عمق ۶۰سانتی‌متر، بیشترین میزان استفاده از آب زیرزمینی را داشت که مقادیر آن به ترتیب برای سال های اول و دوم معادل ۱۷/۳۹ و ۲۰/۳۹میلی‌متر و برای دوره‌های چهار روزه ۲۶ تا ۲۹ ماه می در سال اول و ۲۳ تا ۲۶ ماه می در سال دوم حاصل شد. در روزهای پایانی این روند با شروع رسیدگی محصول گیاه و زردشدن آن سیر نزولی پیدا کرد و میزان آب زیرزمینی استفاده شده توسط گیاه نیز کاهش یافت.

جدول ۴- مقایسه میانگین مجموع مصرف و مشارکت آب زیرزمینی در دو سال زراعی

Table 4. Comparison of total consumption and groundwater contribution during two growing seasons

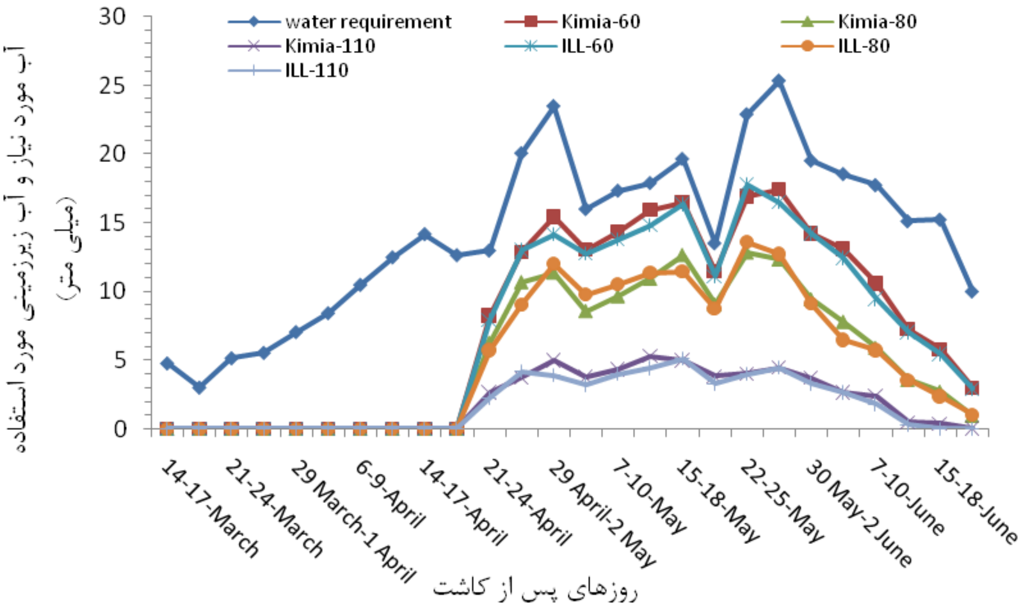
سال Year	عمق سطح ایستابی Water table depth (cm)	رقم عدس Lentil cultivar	کل نیاز تبخیر و تعرق Evapotranspiration (mm)	مجموع بارندگی Total of rainfall (mm)	کل آب زیرزمینی مورد استفاده Total of used groundwater (mm)	مشارکت آب زیرزمینی Groundwater contribution (%)
۱۳۹۱ - ۱۳۹۲ 2013	60	Kimia	368.7	80.5	195.8[a]	53.11[a]
	60	ILL6037			189.4[b]	51.37[b]
	80	Kimia			134.5[c]	36.49[c]
	80	ILL6037			133.1[c]	36.11[c]
	110	Kimia			51.68[d]	14.02[d]
	110	ILL6037			46.80[d]	12.69[d]
۱۳۹۲ - ۱۳۹۳ 2014	60	Kimia	455.6	52	254.5[a]	55.86[a]
	60	ILL6037			249.2[a]	54.70[a]
	80	Kimia			169.3[b]	37.16[b]
	80	ILL6037			165.1[b]	36.24[b]
	110	Kimia			79.25[c]	17.39[c]
	110	ILL6037			76.64[c]	16.82[c]

حروف مختلف (بین دو خط افقی) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد (آزمون دانکن) می‌باشد.

Different letters (between two horizontal lines) is represents a significant difference in the level of 5% (Duncan).

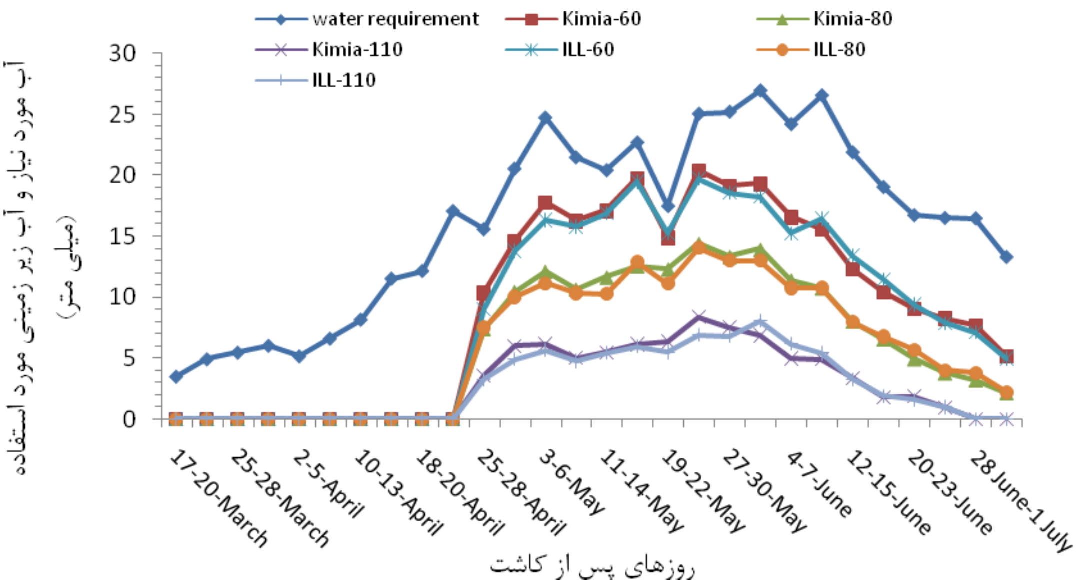
همچنین با توجه به شکل‌های ۲ و ۳، رقم ILL6037 در عمق ۱۱۰سانتی‌متر در اکثر روزهای اعمال تیمار کمترین میزان استفاده از آب زیرزمینی را در هر دو سال داشته است. به این دلیل که هرچقدر عمق سطح ایستابی افزایش یافته، دسترسی ریشه گیاه به آب کمتر شده و در نتیجه آب کمتری هم توسط گیاه در اعماق بیشتر به مصرف رسیده است. این نتایج با تحقیقات دیگر همخوانی دارد (Ghamarnia *et al*., 2012).

شکل‌های ۴ و ۵ نیز درصد مشارکت آب زیرزمینی را برای تیمارهای مختلف در مدت اعمال تیمار برای دو سال اجرای آزمایش را به تصویر کشیده‌اند. درصد مشارکت آب زیرزمینی به تبعیت از میزان آب زیرزمینی مصرفی، در هر دو سال اجرای آزمایش، برای تیمارهای دارای عمق سطح ایستابی ۶۰سانتی‌متری بیشتر و برای تیمارهای دارای عمق سطح ایستابی ۱۱۰سانتی‌متری کمتر می‌باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در اکثر روزهای وجود آب زیرزمینی تیمارهای دارای عمق سطح ایستابی ۶۰سانتی‌متر بیش از ۵۰درصد، تیمارهای دارای عمق سطح ایستابی ۸۰سانتی‌متر بیش از ۳۰درصد و تیمارهای دارای عمق سطح ایستابی ۱۱۰سانتی‌متر هم بیش از ۱۰درصد از مقدار نیاز آبی خود را از طریق آب زیرزمینی تأمین نموده‌اند.



شکل ۲- نمودار پیوسته نیاز آبی و کل آب زیرزمینی مصرفی در سال ۱۳۹۲

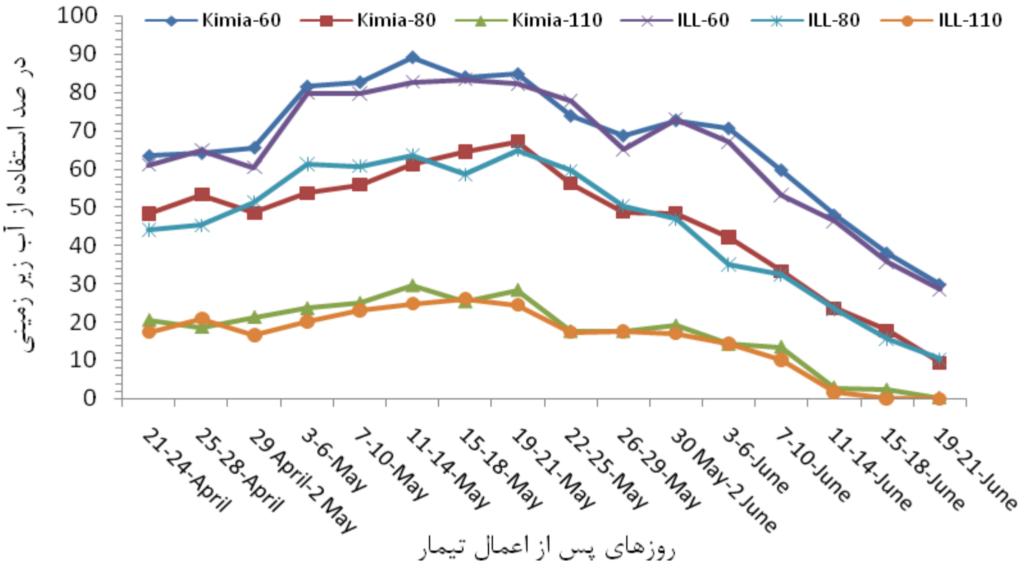
Fig. 2. Continuous graph of water requirement and total groundwater use in different treatments in 2013



شکل ۳- نمودار پیوسته نیاز آبی و کل آب زیرزمینی مصرفی در سال ۱۳۹۳

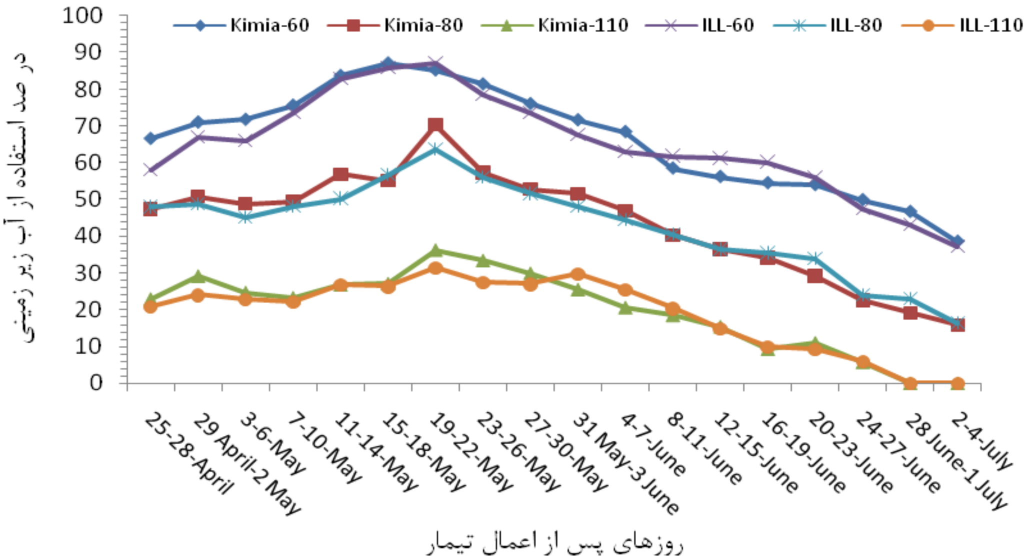
Fig. 3. Continuous graph of water requirement and total groundwater use in different treatments in 2014

در روزهای انتهای فصل رشد وجود آب زیرزمینی تیمارهای دارای عمق بیشتر سطح ایستابی درصد کمتری از نیاز آبی خود را از آب زیرزمینی تأمین نموده‌اند. همچنین می‌توان گفت تیمارهای با عمق سطح ایستابی ۱۱۰سانتی‌متر نسبت به تیمارهای دارای اعماق ۶۰ و ۸۰سانتی‌متر نوسان کمتری در استفاده از آب زیرزمینی در مدت وجود آب زیرزمینی داشته‌اند.



شکل ۴- نمودار پیوسته درصد مشارکت آب زیرزمینی در سال۱۳۹۲

Fig. 4. Percentage of groundwater contribution to crop water use in 2013



شکل ۵- نمودار پیوسته درصد مشارکت آب زیرزمینی در سال۱۳۹۳

Fig. 5. Percentage of groundwater contribution to crop water use in 2014

کارآیی مصرف آب زیرزمینی

جدول ۵ میزان عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب زیرزمینی بر اساس عملکرد دانه را در دو سال زراعی اجرای آزمایش نشان می‌دهد. همان‌طورکه از جدول نتایج مشخص است، در سال اول اجرای آزمایش بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب زیرزمینی (بر اساس عملکرد دانه) مربوط به رقم ILL6037 در عمق ۱۱۰سانتی‌متر می‌باشد که معادل ۰/۹۷۷(g/mm/m^2) به‌دست‌آمده است وکمترین مقدار کارآیی مصرف آب زیرزمینی هم به ترتیب مربوط به تیمارهای ILL6037 در عمق ۶۰سانتی‌متر، کیمیا در عمق ۸۰سانتی‌متر، ILL6037 در عمق ۸۰سانتی‌متر و کیمیا در عمق ۶۰سانتی‌متر با مقادیر ۰/۲۵۵، ۰/۲۷۲، ۰/۳۰۵ و ۰/۳۸۶(g/mm/m^2) می‌باشد. در سال دوم نیز بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب زیرزمینی مربوط به رقم کیمیا در عمق

۱۱۰سانتی‌متر با ۰/۵۶۵(g/mm/m²) و کمترین مقدار کـارآیی مصرف آب زیرزمینی نیز مربـوط بـه رقـم ILL6037 در عمـق ۸۰سانتی‌متر با ۰/۲۰۳(g/mm/m²) می‌باشد. با توجه به نتـایج می‌توان گفت که در هر دو سال اجرای آزمایش بیشترین مقدار کارآیی مصرف آب زیرزمینی مربـوط بـه عمـق سـطح ایسـتابی ۱۱۰سانتی‌متر می‌باشد، یعنی به نسبت تغذیه آب کمتـری کـه گیاه از این عمق در مقایسه با اعماق ۶۰ و ۸۰سانتی‌متر داشته، اما میزان عملکرد دانه بالایی نیز داشته و به همین دلیل کارآیی مصرف آب زیرزمینی در این عمق بالاتر می‌باشد. همچنین باید گفت کـه در سـال اول بـه طـور متوسـط کـارآیی مصـرف آب زیرزمینی برای اعماق ۶۰ و ۸۰سـانتی‌متـر بـه ترتیـب برابـر بـا ۰/۳۲۱ و ۰/۲۸۹(g/mm/m²) و در سال دوم بـه طـور متوسـط کارآیی مصرف زیرزمینی برای اعماق ۶۰ و ۱۱۰سـانتی‌متـر بـه ترتیب برابر بـا ۰/۳۲۹ و ۰/۴۹۱(g/mm/m²) بـوده اسـت. ایـن موضـوع نشـانگر آن اسـت کـه همیشـه افـزایش مصـرف آب زیرزمینی به همان نسبت باعث افزایش در عملکرد نشده اسـت. ضمناً نتایج نزدیک عملکرد تیمارهای ۸۰ و ۱۱۰سانتی‌متر رقـم ILL6037 نشانگر عدم وجود استرس در شرایط ایجادشده برای استفاده از آب زیرزمینی می‌باشـد. مقایسـه میـانگین صـفات و اجزای عملکرد محصول عدس در دو سال زراعی اجرای آزمایش در جدول ۶ نمایش داده شده است.

ماده خشک کل

در هر دو سال اجرای آزمایش بیشترین مقدار ماده خشک کل مربوط به رقم کیمیا در عمق ۶۰سانتی‌متر بود که مقدار آن بـه ترتیـب بـرای سـال هـای اول و دوم ۴۹۳/۸ و ۶۸۶گـرم در مترمربع به‌دست آمد. کمترین مقدار ماده خشک کل هم مربوط به رقم کیمیا در عمق ۱۱۰سانتی‌متر بود که مقدار آن به ترتیب بـرای سـال هـای اول و دوم ۱۵۳/۸ و ۲۲۳ گـرم در مترمربـع به‌دست‌آمد. می‌توان دلیل این امر را تغذیه بیشتر گیاه از عمـق سطح ایستابی ۶۰سانتی‌متر نسبت به ۱۱۰سانتی‌متر دانست که باعث توسعه شاخ و برگ و اندام‌های هوایی و در نتیجه افـزایش مقدار ماده خشک کل گردید.

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص کارآیی مصرف آب در دو سال زراعی

Table 5. Comparison of water use efficiency means during two growing seasons

سال Year	عمق سطح ایستابی Water table depth (cm)	رقم عدس Lentil cultivar	عملکرد دانه Seed yield (g/m²)	کارآیی مصرف آب زیرزمینی بر اساس عملکرد دانه Groundwater use efficiency based on seed yield (g/mm/m²)
۱۳۹۱-۱۳۹۲ 2013	60	Kimia	75.51[a]	0.386[c]
	60	ILL6037	48.30[b]	0.255[c]
	80	Kimia	36.48[cd]	0.272[c]
	80	ILL6037	40.61[bc]	0.305[c]
	110	Kimia	30.77[d]	0.595[b]
	110	ILL6037	45.61[b]	0.977[a]
۱۳۹۲-۱۳۹۳ 2014	60	Kimia	107.1[a]	0.422[b]
	60	ILL6037	58.96[b]	0.237[cd]
	80	Kimia	46.42[c]	0.276[c]
	80	ILL6037	33.51[d]	0.203[d]
	110	Kimia	44.80[c]	0.565[a]
	110	ILL6037	31.96[d]	0.417[b]

حروف مختلف (بین دو خط افقی) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد (آزمون دانکن) می‌باشد.

Different letters (between two horizontal lines) is represents a significant difference in the level of 5% (Duncan).

عملکرد دانه

بیشترین عملکـرد دانـه در هـر دو سـال اجـرای آزمـایش مربوط به رقم کیمیا در عمق ۶۰سانتی‌متری بود که بـه ترتیـب بـرای سـال‌هـای اول و دوم ۷۵/۵۱ و ۱۰۷/۱گـرم در مترمربـع به‌دست‌آمد. همچنین کمترین عملکرد دانه در سال اول اجـرای آزمایش مربوط به رقم کیمیا در عمق ۱۱۰سانتی‌متر بـا مقـدار ۳۰/۷۷گـرم در مترمربـع و در سـال دوم هـم مربـوط بـه رقـم ILL6037 به ترتیب در اعماق ۱۱۰ و ۸۰سانتی‌متر بـا مقـادیر ۳۱/۹۶ و ۳۳/۵۱گرم در مترمربع بود.

شاخص برداشت

در سال اول اجرای آزمـایش بیشـترین شـاخص برداشـت مربوط به رقم ILL6037 در عمق ۸۰سانتی‌متر با ۲۵/۵درصـد و کمترین شاخص برداشت نیز مربوط به رقـم کیمیـا در عمـق ۸۰سانتی‌متر با ۱۱/۶۴درصد بـود. در سـال دوم هـم بیشـترین شاخص برداشت بـرای رقـم کیمیـا در عمـق ۱۱۰سـانتی‌متـر، ۲۰/۰۹درصـد و کمتـرین شـاخص برداشـت هـم بـرای رقـم ILL6037 در عمق ۸۰سانتی‌متر، ۶/۴۰۳درصد به‌دست‌آمد.

تعداد دانه در غلاف

بیشترین تعداد دانه در غلاف در سال اول مربوط به رقم ILL6037 در عمق ۶۰سانتی‌متر، ۱/۳۸۸ و در سال دوم مربوط به رقم کیمیا در عمق ۱۱۰سانتی‌متر، ۱/۱۱۷ بود. کمترین تعداد دانه در غلاف در سال اول برای رقم ILL6037 در عمق ۱۱۰سانتی‌متر، ۱/۰۱۴ و در سال دوم برای رقم کیمیا در عمق ۸۰سانتی‌متر، ۱/۰۷۵ به‌دست‌آمد.

وزن۱۰۰۰دانه

همان‌طورکه در بخش‌های قبل ذکر شد، این صفت بیشتر تابع ژنتیک است، اما عوامل محیطی به‌خصوص شرایط رطوبتی در مرحله پُرشدن دانه تأثیر زیادی بر روی این صفت دارد. در سال اول اجرای آزمایش، بیشترین وزن۱۰۰۰دانه را رقم ILL6037 در عمق ۶۰سانتی‌متر با ۳۲/۸۹گرم دارا بود (جدول۶) و در سال دوم اجرای آزمایش هم رقم کیمیا در عمق ۶۰سانتی‌متر با ۳۰/۸۹گرم بیشترین وزن۱۰۰۰دانه را داشت. کمترین وزن۱۰۰۰دانه هم در سال اول مربوط به رقم کیمیا در عمق ۸۰سانتی‌متر با ۲۴/۴۰گرم و در سال دوم مربوط به رقم ILL6037 در عمق ۱۱۰سانتی‌متر با ۲۵/۴۰گرم بود. نتایج نشانگر آن است که در عمق سطح ایستابی ۶۰سانتی‌متر به‌دلیل آن‌که که گیاه آب بیشتری را مصرف می‌نماید، وزن۱۰۰۰دانه نیز بیشتر بود.

پروتئین

در هر دو سال اجرای آزمایش بیشترین درصد پروتئین را رقم کیمیا در عمق ۱۱۰سانتی‌متر دارا بود که مقادیر آن به ترتیب برای سال‌های اول و دوم ۲۸/۰۱درصد و ۳۰/۰۱درصد به‌دست آمد. کمترین درصد پروتئین در هر دو سال مربوط به رقم ILL6037 در عمق ۶۰سانتی‌متر بود که به ترتیب برای سال‌های اول و دوم ۲۰/۹۰درصد و ۲۰/۵۸درصد به‌دست‌آمد. بنابراین درصد پروتئین دانه در عمق بیشتر سطح آب زیرزمینی (۱۱۰سانتی‌متر) که دسترسی ریشه گیاه به آب کم است و درنتیجه گیاه آب کمتری را مصرف می‌نماید، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد؛ چون در عمق سطح ایستابی ۱۱۰سانتی‌متر نسبت به اعماق ۶۰ و ۸۰سانتی‌متر آب کمتری در اختیار گیاه قرار گرفت و در این شرایط طول دوره پرشدن دانه کوتاه‌تر شد. لذا با توجه به این که هنگام پرشدن دانه ابتدا ترکیبات نیتروژن‌دار و سپس کربوهیدرات‌ها به دانه انتقال می یابند، بنابراین با کوتاه‌شدن طول دوره پرشدن دانه در شرایط کم‌آبی، فرصت کمتری برای انتقال کربوهیدرات ها به دانه به وجود آمده و نهایتاً نسبت پروتئین به کربوهیدرات‌ها افزایش یافته است.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات و اجزای عملکرد محصول عدس در دو سال زراعی

Table 6. Comparison of lentil qualities and yield components during two growing seasons

سال Year	عمق سطح ایستابی Water table depth (cm)	رقم عدس Lentil cultivar	ماده خشک کل Dry matter (g/m²)	عملکرد دانه Seed yield (g/m²)	شاخص برداشت Harvest index (%)	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	وزن۱۰۰۰دانه Weight of 1000 seeds (g)	پروتئین دانه Protein (%)
۱۳۹۱-۱۳۹۲ 2013	60	Kimia	493.8a	75.51a	15.29c	1.071b	29.61ab	25.55ab
	60	ILL6037	278.6c	48.30b	17.33bc	1.388a	32.89a	20.90c
	80	Kimia	313.0b	36.48cd	11.64d	1.044b	24.40c	25.81ab
	80	ILL6037	159.2e	40.61bc	25.50a	1.297a	34.60a	22.38bc
	110	Kimia	153.8e	30.77d	20.08b	1.047b	29.96ab	28.01a
	110	ILL6037	233.2d	45.61b	19.54b	1.014b	26.23bc	26.61ab
۱۳۹۲-۱۳۹۳ 2014	60	Kimia	686.0a	107.1a	15.61b	1.112a	30.89a	26.03bc
	60	ILL6037	606.7b	58.96b	9.715c	1.114a	30.37a	20.58d
	80	Kimia	290.5e	46.42c	16.05b	1.075a	30.13a	27.68ab
	80	ILL6037	523.0c	33.51d	6.403d	1.082a	28.85a	21.61d
	110	Kimia	223.0f	44.80c	20.09a	1.117a	28.80a	30.01a
	110	ILL6037	317.6d	31.96d	10.07c	1.100a	25.40b	23.10cd

حروف مختلف (بین دو خط افقی) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵درصد (آزمون دانکن) می‌باشد.

Different letters (between two horizontal lines) is represents a significant difference in the level of 5% (Duncan).

نتیجه گیری

از نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری نمود که با افزایش عمق سطح ایستابی، میزان مشارکت آب زیرزمینی در تأمین نیاز آبی گیاه کاهش یافت. دلیل این امر را می‌توان افزایش فاصله بین ریشه گیاه و سطح ایستابی دانست که در نتیجه این موضوع دسترسی ریشه گیاه به آب با استفاده از خاصیت موئینگی جهت رفع نیاز آبی کمتر شد و نهایتاً میزان مشارکت آب زیرزمینی در تأمین نیاز آبی گیاه کاهش یافت. همچنین باید گفت که تیمارهای دارای سطح ایستابی ۶۰سانتی‌متر، ۸۰سانتی‌متر و ۱۱۰سانتی‌متر به ترتیب سرعت

بالاتری در جذب نیاز آبی خود از طریق آب زیرزمینی داشته و نیاز تبخیر-تعرق خود را از این طریق برطرف نمودند. در این آزمایش رقم ILL6037 در عمق ۱۱۰سانتی‌متر در اکثر روزهای اعمال تیمار کمترین میزان استفاده از آب زیرزمینی را در هر دو سال داشت. درصد مشارکت آب زیرزمینی هم به تبعیت از میزان آب زیرزمینی مصرفی، در هر دو سال اجرای آزمایش، برای تیمارهای دارای عمق سطح ایستابی ۶۰سانتی‌متری بیشتر و برای تیمارهای دارای عمق سطح ایستابی ۱۱۰سانتی‌متری کمتر بود. نتایج نشان‌دهنده آن است که تفاوت معنی‌داری در درصد میزان جذب آب زیرزمینی در اعماق یکسان در بین رقم‌های مختلف وجود نداشت. در این تحقیق متوسط بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه با ۹۱/۳۱ و ۳۷/۸۰گرم بر مترمربع برای رقم کیمیا به ترتیب در اعماق سطح ایستابی ۶۰ و ۱۱۰سانتی‌متر به‌دست‌آمد. همچنین بیشترین کارآیی مصرف آب زیرزمینی بر اساس عملکرد دانه در سال‌های اول و دوم به ترتیب برای ارقام ILL6037 و کیمیا در عمق ۱۱۰سانتی‌متر و کمترین کارآیی مصرف آب مربوط به رقم ILL6037 در اعماق ۶۰ و ۸۰سانتی‌متر، به ترتیب برای سال‌های اول و دوم بود. بیشترین وزن۱۰۰۰دانه متعلق به رقم‌های ILL6037 و رقم کیمیا در عمق ۶۰سانتی‌متری بود. همچنین حداکثر مقدار ماده خشک کل مربوط به رقم کیمیا در عمق ۶۰سانتی‌متر بود. بیشترین و کمترین میزان پروتئین هم به ترتیب برای رقم کیمیا در عمق ۱۱۰سانتی‌متر و رقم ILL6037 در عمق ۶۰سانتی‌متری به‌دست‌آمد.

منابع

1. Agriculture Statistics. 2011. Ministry of Agriculture, Deputy for Planning and Economic, Technology Center of Information & Communication. The First Volume of Crops, 123 pp. (In Persian).
2. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. FAO, Rome 300(9): p. D05109.
3. Ayars, J.E., Shouse, P., and Lesch, S.M. 2009. In situ use of groundwater by alfalfa. Agricultural Water Management 96(11): 1579-1586.
4. Bagheri, A., Nezami, A., and Soltani, M. 2000. Cool Season Beans Modified for Tolerance to Stress. Organization of Research, Education and Promoting Agriculture. (In Persian with English Summary).
5. Benz, L. C., Doering, E.J., and Reichman, G.A. 1985. Water-table and irrigation effects on corn and sugarbeet. Transactions of the ASAE 28(6): 1951-1956.
6. Ghamarnia, H., Farmani Fard, M., and Sasani, SH. 2012. Effects of shallow water table on water requirement supply, water use efficiency and yield of three cultivars of wheat. Journal of Water Research in Agriculture 26(3): 339-353. (In Persian with English Summary).
7. Ghamarnia, H., and Jalily, Z. 2014. Shallow saline groundwater use by Black cumin (*Nigella sativa* L.) in the presence of surface water in a semi-arid region. Agricultural Water Management 132: 89-100.
8. Ghamarnia, H., and Khodaei, E. 2016. Evidence on shallow groundwater use by edible green vegetables such as *Solanum pseudoca psicum*, *Ocimum basilicum* and *Lepidium sativum* in a semi-arid climate condition. Agricultural Water Management 165: 198-210.
9. Goins, T., Lunin, J., and Worley, H.L. 1996. Water table effects on growth of tomatoes, snap beans and sweet corn. Transactions of the ASAE 9(4): 530-0533.
10. Kahlown, M.A., Iqbal, M., Skogerboe, G.V., and Rehman, S. 1998. Waterlogging, Salinity and Crop Yield Relationships. IWMI.
11. Kheirabi, J., Tavakoli, A., Entesari, M., and Salamat, A. 1996. Guidelines of Low Irrigation. Publications of the National Committee on Irrigation and Drainage. (In Persian).
12. Prathapar, S.A., and Qureshi, A.S. 1999. Modelling the effects of deficit irrigation on soil salinity, depth to water table and transpiration in semi-arid zones with monsoonal rains. International Journal of Water Resources Development 15(1-2): 141-159.
13. Ragab, R.A., Amer, F., and El-Ghamry, W.M. 1988. The conjunctive use of rainfall and shallow water table in meeting water requirements of Faba bean. Journal of Agronomy & Crop Science 160(1): 47-53.
14. Shih, S.F., and Rahi, G.S. 1985. Evapotranspiration, yield, and water-table studies of celery. Transactions of the ASAE 28(4): 1212-1218.
15. Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1993. The Challenge of Developing Biotic and Abiotic Stress Resistance in Cool-season Food Legumes. In Breeding for Stress Tolerance in Cool Season Food Legumes. Wiley-Sayce Publication.
16. Talebnejad, R., and Sepaskhah, A.R. 2015. Effect of different saline groundwater depths and irrigation water salinities on yield and water use of quinoa in lysimeter. Agricultural Water Management 148: 177-188.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 9, No. 2, 2018, p. 191-203

Evaluation of shallow groundwater contribution by two lentil cultivars water use

Ghamarnia[1*], H., Kholdi Rezaie[2], A. & Ghobadi[3], M.

1. Professor in Department of Water Resources Engineering, Campus of Agriculture & Natural Resources, Razi University, Kermanshah
2. Irrigation and Drainage MSc., Department of Water Resources Engineering, Campus of Agriculture & Natural Resources, Razi University, Kermanshah, Azadekholdirezaie@yahoo.com
3. Associat Professor of Agriculture & Plants breeding group, Campus of Agriculture & Natural Resources, Razi university, Kermanshah, ghobadi.m@razi.ac.ir

Received: 9 March 2016
Accepted: 22 April 2017

DOI: 10.22067/ijpr.v9i2.53905

Introduction

Shallow groundwater is a resource which can provides and meets high values of plant's water requirement. Shallow groundwater use by plant depends on different factors as: soil hydraulic conductivity, plant root features and characteristics, salinity tolerance level, a proper drainage system, irrigation system and management. In case of shallow groundwater use by plant, total irrigation number and water requirement will be reduced. Therefore, shallow groundwater, is a potential, efficient and free water resource in agriculture which sometimes defined as subsurface irrigation. The present study was conducted with the aim to examine the effects of shallow water table of 60, 80 and 110 cm depth on the water requirement, water use efficiency and different yield components of two lentil varieties namely that was conducted into two-factor factorial and based on completely randomized design with three replications. This research was carried out at Kermanshah with semi-arid climate by using lysimeters during two growing season 2013 and 2014.

Materials & Methods

The research was performed at the Irrigation and Water Resources Engineering Research Lysimetric Station, located at 47°9′ E and 34°21′ N, with an elevation of 1319 m (asl), as a part of the Campus of Agriculture and Natural Resources of Razi University in Kermanshah, Iran. In this study 18 Polyetelen lysimeters with diameter of 280 mm were used. The bottom of lysimeters were blocked to prevent of any leaching. Groundwater levels in the lysimeters were determined and fixed by Marriott siphon that was installed beside of each lysimeter in different groundwater depths of 60, 80 and 110 cm. The soil texture in the lysimeters was Silty clay. The cultivation in the first and second year of the research was conducted in 13 and 16 March, years 2013 and 2014 respectively. To obtain the amount of water requirement of plants, evaporation data of pan class A was received daily from the meteorology station which was located at distance of one hundred meters from research station. In this research, water requirement was determined by considering three stages as: reference evapotranspiration (ET_o), the crop coefficient (K_C) and finally crop evapotranspiration. Analysis of variance and comparison of means were done for different treatment by MSTATC software

Results & Discussion

According to the results in both years of study, maximum and minimum consumption of groundwater belong to depths of 60 and 110 cm, respectively. The ground water contribution for depths of 60, 80 and 110 cm was obtained as 53.76%، 36.50%، 15.23%, respectively. The results showed that maximum groundwater use efficiency, based on seed yield, for ILL6037 and Kimia cultivars was obtained in depths of 110, and the minimum groundwater use efficiency, for ILL6037 cultivar was obtained in depths 60 and 80 cm during both years of study, respectively. Also the maximum and minimum seed yield in both years of study was obtained for Kimia cultivar, in water table depths 60 and 110 cm respectively. Moreover, the maximum and minimum

***Corresponding Author:** hghamarnia@razi.ac.ir & hghamarnia@yahoo.co.uk

protein values was obtained, for Kimia cultivar in depth of 110 cm and ILL6037 cultivar in depth of 60 cm respectively.

Conclusion

It can be concluded that by increasing the depth of water table the values of groundwater contribution to crop water requirement was reduced. It may reason of increasing the distance between plant roots and water table. As a result of this phenomenon, plant root access to water by the use of capillary rise to meet the water requirement reduced and therefore, the groundwater contribution for providing plant water requirement was reduced. The results of this research showed that legume crops such as Lentil can use groundwater properly.

Keywords: Lysimeter, Protein, Shallow water table, Water use efficiency, Yield